

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)
ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ (О)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации

(Наименование дисциплины)

**14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и
инжиниринг»**

Код и название специальности

Образовательная программа

Проектирование и эксплуатация атомных станций

Форма обучения: **очная**

Обнинск, 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- подготовка специалистов к самостоятельному анализу безопасности эксплуатации ЯЭР по данным оперативного технологического контроля.
- формирование у студентов знаний расчетного и экспериментального обеспечения сопровождения эксплуатации топливных загрузок ЯЭР различного типа;

Задачи изучения дисциплины:

- изучение систем оперативного контроля ядерных энергетических реакторов различного типа;
- изучение программного обеспечения сопровождения эксплуатации ядерных реакторов;
- изучение методов и средств экспериментального обоснования безопасности эксплуатации топливных загрузок ядерных реакторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ:

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин «Физика ядерных реакторов», «Механика жидкости и газа», «Техническая термодинамика», «Ядерные энергетические реакторы», «Парогенераторы и теплообменники АЭС», «Тепломассообмен в энергетическом оборудовании», «Атомные электрические станции». .

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Эксплуатация АЭС», «Тренажерный практикум», «Производственная практика», «Преддипломная практика», выполнение ВКР.

Дисциплина изучается на 5 курсе в 9,10 семестрах.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-9	Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и	З-ПК-9 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; У-ПК-9 уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-9 владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ

ПК-4.2	3-ПК-4.2 Знать: Принципиальная схема атомной станции. Нейтронно-физические измерения и расчеты. Номенклатура нейтронно-физических расчетов. Технологические схемы атомной станции. Технологические регламенты безопасной эксплуатации атомных станций. У-ПК-4.2 Уметь: Использовать аппаратуру физического контроля. Владеть методиками нейтроннофизических и теплогидравлических измерений. Обрабатывать результаты измерений. Анализировать результаты расчетов и измерений. Владеть методиками обработки нейтронно-физических и тепло-гидравлических измерений. Владеть методиками реакторных расчетов. Применять методы расчета эксплуатационных параметров реакторной установки, эффектов и коэффициентов реактивности. Использовать современные прикладные компьютерные программы по направлениям работ. Эксплуатировать закрепленное оборудование и системы. Работать с персональным компьютером и оргтехникой. Типовые методики выполнения измерений, расчетов и технологических процессов. Физика реактора. Защита от ионизирующих излучений. Культура безопасности. Прикладное программное обеспечение по направлениям деятельности. Эксплуатационные параметры активных зон реакторов. Расчет мощности реакторов по методу теплового баланса. Методы измерения эффектов и коэффициентов реактивности реакторов В-ПК-4.2 Владеть: Выполнение нейтроннофизических и теплогидравлических измерений .Анализ результатов нейтроннофизических и тепло-гидравлических измерений. Анализ параметров аппаратуры физического контроля. Расчет мощности реакторов по методу теплового баланса. Анализ протекания переходных процессов в
--------	---

		реакторах. Организация проведения градуировки датчиков систем внутриреакторного контроля. Обработка данных по градуировке датчиков систем внутриреакторного контроля. Анализ работы систем внутриреакторного контроля. Разработка новых и совершенствование действующих технологических процессов и режимов в части своих полномочий. Контроль нейтроннофизических и паспортных характеристик реакторов. Контроль основных эксплуатационных параметров активных зон реакторов. Расчет эксплуатационных параметров активных зон реакторов. Анализ режимов эксплуатации атомной станции. Рекомендации по оптимизации режимов эксплуатации атомной станции. Анализ результатов измерений подкритичности реактора. Организация обработки результатов измерений. Руководство измерением эффектов и коэффициентов реактивности реакторов. Анализ результатов измерений эффектов и коэффициентов реактивности реакторов. Руководство обработкой результатов нейтроннофизических и теплогидравлических измерений. Проведение расчетов по выводу реакторов в критическое состояние. Проведение исследований нарушений в работе атомных станций и в разработке мероприятий по их предупреждению в рамках должностных полномочий
--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного

		труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)	Использование воспитательного потенциала по дисциплинам, предусматривающим курсовые работы (проекты) для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания с использованием программных пакетов.
Профессиональное воспитание	формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин, профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в

		исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B23); - формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B23)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с

		информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уровне пользователям.
Профессиональное воспитание	- формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24); - формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25); - формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)	1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2. Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная гигиена», «Атомное право», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Информатика», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Принципы обеспечения безопасности эксплуатации АЭС», «Критерии безопасности и оценки риска», «Ядерные технологии и экология топливного цикла», «Информационные и компьютерные технологии», «Физические основы получения информации», «Информационная безопасность», «Автоматизированная система управления технологическим процессом АЭС», «Системы управления и защиты ядерных энергетических установок» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной

		безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
--	--	--

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)				
	Очная			Заочная	
	Семестр			Курс	
	9	10	Всего	5	Всего
	Количество часов на вид работы:				
Контактная работа обучающихся с преподавателем					
Аудиторные занятия (всего)	34	68	102	14	14
В том числе:					
лекции (лекции в интерактивной форме)	34	34	68	10	10

<i>практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)</i>	-	17	17	2	2
<i>лабораторные занятия</i>		17	17	2	2
Промежуточная аттестация					
В том числе:					
<i>зачет</i>	+	-			
<i>экзамен</i>		18	18	13	13
Самостоятельная работа обучающихся					
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	38	23	60	153	153
Всего (часы):	72	108	180	180	180
Всего (зачетные единицы):	2	3	5	5	5

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеау д	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеау д	СРО
1.	Расчетно- экспериментальное сопровождение эксплуатации ВВЭР										
1.1.	Физические особенности реакторов ВВЭР.	2									10
1.2.	Основные задачи и этапы нейтронно- физических расчетов в эксплуатации. Комплекс программ эксплуатационных нейтронно-физических расчетов реакторов ВВЭР.	14				18	1				10
1.3.	Система внутриреакторного контроля (СВРК). Назначение и функции системы.	14				20	1				20
1.4.	Вывод реактора в критическое состояние Измерение нейтронно-физических характеристик реактора ВВЭР	4									
	Итого за 1 семестр:	34				38	2				40
2.	Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации РБМК										
2.1.	Физические особенности РБМК	2									10
2.2.	Особенности расчетного обеспечения эксплуатации РБМК	6					1				10

2.3	Система контроля и регулирования энерговыделения РБМК.	12					1				20
2.4.	Физические эксперименты на реакторе в обоснование безопасности его эксплуатации.	4									
3	Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации БН										
3.1	Физические особенности РБН	2									10
3.2	Особенности расчетного обеспечения эксплуатации БН	4									10
3.3	Физические эксперименты на реакторе в обоснование безопасности его эксплуатации.	4									23
4	Измерения физических характеристик ЯР		17	17		23		2	2		30
	Итого за 2 семестр:	34	17	17		23	2	2	2		110
	Всего:	68	17	17		60	4	2	2		153

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Расчетно- экспериментальное сопровождение эксплуатации ВВЭР	
1.1.	Физические особенности реакторов ВВЭР.	Особенности физики ВВЭР – 1000.
1.2.	Основные задачи и этапы нейтронно-физических расчетов в эксплуатации. Комплекс программ эксплуатационных нейтронно-физических расчетов реакторов ВВЭР.	Программы подготовки констант. Назначение и характеристика программ "УНИРАСОС", "КАССЕТА". Комплекс программ имитации работы реактора ВВЭР (БИПР). Назначение и использование для эксплуатации. Требования к расчетным программам, используемым в эксплуатации, и анализ результатов расчетов.
1.3.	Система внутриреакторного контроля (СВРК). Назначение и функции системы.	Назначение и функции системы. Контроль распределения энерговыделения в активной зоне. Детекторы прямого заряда. Классификация. Конструкция ДПЗ и канала нейтронных измерений. Диагностика системы измерения энерговыделения в активной зоне в процессе эксплуатации. Температурный контроль. Диагностика системы температурного контроля. Программное обеспечение СВРК. Структура. Назначение основных разделов. Содержание и алгоритмы раздела оперативных расчетов.
1.4	Вывод реактора в критическое состояние. Измерение нейтронно-физических характеристик реактора ВВЭР	Экспериментальное обоснование безопасности эксплуатации. Вывод реактора в критическое состояние. Ограничения и начало работы энергоблока. Измерения на минимально контролируемом уровне мощности. Определение максимального тока камеры. Определение эффективности ОР СУЗ и симметричности загрузки. Температурный барометрический, барометрический эффекты реактивности. Измерения на энергетическом уровне мощности. Эффективность ОР СУЗ. Мощностной эффект реактивности. Стационарное и нестационарное отравление ксеноном.
2.	Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации РБМК	

2.1.	Физические особенности РБМК	Особенности физики РБМК
2.2.	Особенности расчетного обеспечения эксплуатации РБМК	Краткая характеристика расчетных программ, составляющих комплекс программ эксплуатационных нейтронно-физических расчетов реакторов РБМК. Основные составные части библиотеки программ "Энергия".
2.3.	Система контроля и регулирования энерговыделения РБМК.	Функции и состав системы "СКАЛА". Система контроля и регулирования энерговыделения. Контроль распределения энерговыделения по радиусу [СФКРЭ(р)] и по высоте [СФКРЭ(в)]. Детекторы контроля энерговыделения и их градуировка. Система контроля и регулирования расходов "Шторм". Назначение программы измерения мощности аппарата ("Призма"). Алгоритмы оперативных расчетов контроля состояния активной зоны реактора РБМК 1000 .
2.4.	Физические эксперименты на реакторе в обоснование безопасности его эксплуатации.	Устойчивость поля энерговыделения и измерение постоянной времени первой азимутальной гармоника. Измерение парового эффекта реактивности. Измерение эффекта обезвоживания и заполнения контура СУЗ. Определение эффекта разогрева. Определение паспортных данных реакторной установки.
3	Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации БН	
3.1.	Физические особенности РБН	Особенности физики РБН
3.2.	Особенности расчетного обеспечения эксплуатации БН	Особенности расчетных физических моделей, используемых в эксплуатации реакторов
3.3.	Физические эксперименты на реакторе в обоснование безопасности его эксплуатации.	Вывод реактора в критическое состояние. Измерение температурного, барометрического, гидродинамического эффектов реактивности. Эффективности ОР СУЗ. Натриевого пустотного эффекта. Мощностного эффекта реактивности

Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Измерение нейтронно – физических характеристик ВВЭР - 1000	
1.1.	Измерения на МКУ	Вывод реактора в критическое состояние.

		Определение эффективности ОР СУЗ и симметричности загрузки. Температурный барометрический, барометрический эффекты реактивности.
1.2.	Измерения на энергетическом уровне мощности.	Эффективность ОР СУЗ. Мощностной эффект реактивности. Стационарное и нестационарное отравление ксеноном.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
1.	Изучение изменения параметров РБМК в различных переходных процессах	
2.	Изучение изменения параметров БН 800 в различных переходных процессах	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта : науч. издание / С. А. Андрущенко [и др.]. - М. : Логос, 2010. - 604 с. : ил. (145экз.)
2. Казанский Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. - М. : НИЯУ МИФИ, 2012. - 300 с. : ил. (275экз.)
3. Зорин В. М. Атомные электростанции : учеб. пособие для студ. вузов / В. М. Зорин. - М. : МЭИ, 2012. - 672 с. : ил. (50экз.) .
4. С.Б. Выговский, Н.О.Рябов, А.А.Семенов, Е.В.Чернов, Л.Н.Богачек «Физические и конструктивные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР: учебное пособие. – М.:НИЯУ МИФИ, 2011. – 236с.
5. Учебная лаборатория (описание тренажера в электронном виде) «Реакторная физика, конструкция, управление и безопасная эксплуатация ЯЭУ». Описание лабораторного практикума. Национальный ядерный университет «МИФИ», 2012г

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации ВВЭР.	ПК – 4. Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления отчетов и научных публикаций.	Вопросы фронтального опроса студентов по разделам дисциплины.
2.	Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации РБМК		
3.	Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации БН		
Промежуточный контроль, 1 семестр			
	зачет		Вопросы к зачету
Промежуточный контроль, 2 семестр			
	экзамен		Экзаменационные билеты

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.2.1. Вопросы к экзамену

1. Физические особенности ВВЭР.
2. Интегральные эффекты реактивности.
3. Выгорание и перегрузка топлива. Особенности первой загрузки топлива.
4. Конструкционные особенности активной зоны ВВЭР. Коэффициенты неравномерности энерговыделения ВВЭР 1000.
5. Характеристика основных этапов эксплуатационных расчетов. Необходимость разделения.
6. Обоснованность представления ТВС элементарной ячейкой, изолированной от окружения.

7. Состав программного комплекса КАСКАД и назначение основных компонентов.
8. Задачи, решаемые программой БИПР. Связь с программами подготовки сечений.
9. Задачи, решаемые программой ПЕРМАК.
10. Задачи, решаемые программой ПИР.
11. Требования ядерной безопасности, предъявляемые к эксплуатации топливной загрузки.
12. Структура и функции СВРК.
13. Измерение энерговыделения в активной зоне. Детекторы прямого заряда ВВЭР 1000. Преимущества по отношению к другим детекторам.
14. Конструкция канала нейтронных измерений ВВЭР 1000.
15. Пересчет тока ДПЗ в линейное энерговыделение. От каких параметров активной зоны зависит коэффициент пересчета?
16. Погрешность определения энерговыделения в активной зоне с помощью ДПЗ. Составляющие погрешности. Инерционность детектора.
17. Проверка работоспособности КНИ.
18. Измерительная система температурного контроля активной зоны и 1 контура ВВЭР 1000. Структура. Характеристики термопар.
19. Контроль состояния измерительной системы температурного контроля в условиях эксплуатации.
20. Уровни деградации СВРК и действия персонала.
23. Структурная схема оперативных расчетов теплогидравлических параметров ЯР.
23. Расчет среднего достоверного значения тепловой мощности АкЗ
23. Контроль за предсказуемостью поведения активной зоны и критерии допустимости различий между измеряемыми и расчетными значениями параметров.
24. Расчет среднего подогрева теплоносителя в петлях первого контура, средней температуры холодных и горячих ниток первого контура.
25. Расчет тепловой мощности реактора по теплогидравлическим характеристикам первого контура.
26. Расчет тепловой мощности реактора по второму контуру.
27. Расчет мощности реактора по параметрам питательной воды на линиях ПВД
28. Расчет мощности реактора по показаниям ДПЗ
29. Расчет мощности реактора по показаниям ионизационных камер.
30. Расчет средней мощности реактора.
31. Требования к системе внутриреакторного контроля (СВРК).
32. Требования к системе контроля вибрации (СКВ).
33. Требования к системам контроля течей теплоносителя в первом контуре (СКТ).
34. Требования к системе обнаружения свободных и слабозакрепленных предметов в ГЦК (СОСП).

35. Требования к системе автоматизированного контроля остаточного ресурса (САКОР).
36. Требования к системе комплексного диагностирования (СКД).
37. Требования к системе комплексного анализа (СКА).
38. Измерение максимального тока камеры, температурного, барометрического эффектов реактивности на МКУ ВВЭР 1000.
39. Раздел физических расчетов. Общая структура алгоритмов нейтронно-физической модели СВРК ВВЭР 1000.
40. Первая загрузка ВВЭР и вывод реактора в критическое состояние. Проверка симметричности загрузки активной зоны.
41. Определение сцепленности органов регулирования с приводами СУЗ.
20. Определение эффективности ОР СУЗ на МКУ ВВЭР.
42. Определение минимально и максимально допустимых токов ионизационных камер для проведения измерений на МКУ
43. Определение мощностного эффекта реактивности и эффективности ОР СУЗ ВВЭР 1000 на энергетическом уровне мощности методом малых возмущений.
44. Определение эффекта стационарного и нестационарного отравления ксеноном в реакторе ВВЭР 1000.
45. Физические особенности РБМК. Мероприятия по повышению безопасности РБМК.
46. Объем эксплуатационных нейтронно-физических расчетов. Краткая характеристика программ нейтронно - физического расчета для обеспечения эксплуатации реактора.
47. Назначение и основные задачи, решаемые программой "СТЕРАН – S" .
48. Назначение и функции системы «СКАЛА».
49. Назначение и задачи программы «Призма».
50. Расчет коэффициента запаса до предельно допустимой мощности ТК РБМК.
51. Оперативный расчет мощности ТК РБМК.
52. Оперативный расчет коэффициентов неравномерности энерговыделения в РБМК.
53. Оперативный расчет температуры графитовой кладки РБМК.
54. Измерительная система контроля энерговыделения РБМК по высоте.
55. Измерительная система контроля энерговыделения РБМК по радиусу.
56. Градуировка ДКЭ (Р) в процессе эксплуатации РБМК.
57. Градуировка ДКЭ (В) в процессе эксплуатации РБМК.
58. Устойчивость поля энерговыделения РБМК.
59. Факторы, влияющие на постоянную времени первой азимутальной гармоники.
60. Измерение характеристик устойчивости поля энерговыделения РБМК в процессе эксплуатации.
61. Определение эффекта разогрева РБМК.
62. Определение эффекта реактивности по температуре графита.
63. Определение парового эффекта реактивности в РБМК.
64. Определение эффекта обезвоживания контура охлаждения СУЗ РБМК.
65. Определение быстрого мощностного эффекта реактивности РБМК.
66. Характеристика комплекса программ «Энергия».

Оценочное средство промежуточного контроля (экзамен).

Шкала оценивания		Критерии оценивания
Оценка	Рейтинговый балл за экзамен	
отлично	90 - 100	– материал экзаменационного билета раскрыт полностью; – материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; – точно и профессионально используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию экзаменатора(ов).
хорошо	75 - 89	– материал экзаменационного билета изложен систематизированно и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при

		этом имеет место один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного материала билета, исправленные по замечанию экзаменатора; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных (дополнительных) вопросов, которые исправляются после наводящих вопросов.
Удовлетворительно	60 -74	– при ответе на вопросы экзаменационного билета неполно или непоследовательно изложено содержание материала, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего материала – даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы экзаменатора(ов); – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; – выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков; - выявлены пробелы в знаниях по основным системам и оборудованию АЭС; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Неудовлетворительно	Менее 60	– при ответе на вопросы экзаменационного билета не раскрыто содержание учебного

		материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций учебного курса; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов экзаменатора(ов). – не сформированы компетенции, умения и навыки.
--	--	--

6.2.2 Вопросы к зачету

1. Физические особенности ВВЭР.
2. Интегральные эффекты реактивности.
3. Выгорание и перегрузка топлива. Особенности первой загрузки топлива.
4. Конструкционные особенности активной зоны ВВЭР. Коэффициенты неравномерности энерговыделения ВВЭР 1000.
5. Характеристика основных этапов эксплуатационных расчетов. Необходимость разделения.
6. Обоснованность представления ТВС элементарной ячейкой, изолированной от окружения.
7. Состав программного комплекса КАСКАД и назначение основных компонентов.
8. Задачи, решаемые программой БИПР. Связь с программами подготовки сечений.
9. Задачи, решаемые программой ПЕРМАК.
10. Задачи, решаемые программой ПИР.
11. Требования ядерной безопасности, предъявляемые к эксплуатации топливной загрузки.
12. Структура и функции СВРК.
13. Измерение энерговыделения в активной зоне. Детекторы прямого заряда ВВЭР 1000. Преимущества по отношению к другим детекторам.
14. Конструкция канала нейтронных измерений ВВЭР 1000.
15. Пересчет тока ДПЗ в линейное энерговыделение. От каких параметров активной зоны зависит коэффициент пересчета?
16. Погрешность определения энерговыделения в активной зоне с помощью ДПЗ. Составляющие погрешности. Инерционность детектора.
17. Проверка работоспособности КНИ.
18. Измерительная система температурного контроля активной зоны и 1 контура ВВЭР 1000. Структура. Характеристики термопар.
19. Контроль состояния измерительной системы температурного контроля в

условиях эксплуатации.

20. Уровни деградации СВРК и действия персонала.

23. Структурная схема оперативных расчетов теплогидравлических параметров ЯР.

23. Расчет среднего достоверного значения тепловой мощности АкЗ

23. Контроль за предсказуемостью поведения активной зоны и критерии допустимости различий между измеряемыми и расчетными значениями параметров.

24. Расчет среднего подогрева теплоносителя в петлях первого контура, средней температуры холодных и горячих ниток первого контура.

25. Расчет тепловой мощности реактора по теплогидравлическим характеристикам первого контура.

26. Расчет тепловой мощности реактора по второму контуру.

27. Расчет мощности реактора по параметрам питательной воды на линиях ПВД

28. Расчет мощности реактора по показаниям ДПЗ

29. Расчет мощности реактора по показаниям ионизационных камер.

Оценочное средство промежуточного контроля (зачет).

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено (от 100 до 90 баллов)	полно раскрыто содержание материала вопросов зачета; – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; - продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса) – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности при

	освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.
Зачтено (от 89 до 75 баллов)	– вопросы зачета изложены систематизированно и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного содержания отчета, исправленные по замечанию комиссии; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала задания, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию преподавателя, демонстрационный материал (схемы, графики, чертежи) по теме индивидуального задания не в полном объеме.
Зачтено (от 74 до 60 баллов)	– неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; - выявлены пробелы в знаниях основных алгоритмов и измерительным системам АЭС; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Не зачтено (менее 60 баллов)	– ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; – обнаружено незнание или непонимание

	большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; – допущены грубые ошибки в описании алгоритмов расчета основных контролируемых параметров технологических систем, или структура и конструкции измерительных систем АЭС описана неверно; – лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.
--	--

6.2.2. Вопросы текущего контроля по разделам.

1.Расчетно- экспериментальное сопровождение эксплуатации ВВЭР.

Тема1.1 Основные задачи и этапы нейтронно-физических расчетов в эксплуатации. Комплекс программ эксплуатационных нейтронно-физических расчетов реакторов ВВЭР.

1.1.1. Физические особенности ВВЭР.

1.1.2. Интегральные эффекты реактивности.

1.1.3. Выгорание и перегрузка топлива. Особенности первой загрузки топлива.

1.1.4. Конструкционные особенности активной зоны ВВЭР. Коэффициенты неравномерности энерговыделения ВВЭР 1000.

1.1.5. Характеристика основных этапов эксплуатационных расчетов. Необходимость разделения.

1.1.6. Обоснованность представления ТВС элементарной ячейкой, изолированной от окружения.

1.1.7. Состав программного комплекса КАСКАД и назначение основных компонентов.

1.1.8. Задачи, решаемые программой БИПР. Связь с программами подготовки сечений.

1.1.9. Задачи, решаемые программой ПЕРМАК.

1.1.10. Задачи, решаемые программой ПИР.

1.1.11. Требования ядерной безопасности, предъявляемые к эксплуатации топливной загрузки.

Тема 1.2.Система внутриреакторного контроля (СВРК). Назначение и функции системы.

1.2.1.Структура и функции СВРК.

1.2.2. Измерение энерговыделения в активной зоне. Детекторы прямого заряда ВВЭР 1000. Преимущества по отношению к другим детекторам.

1.2.3. Конструкция канала нейтронных измерений ВВЭР 1000.

1.2.4. Пересчет тока ДПЗ в линейное энерговыделение. От каких параметров активной зоны зависит коэффициент пересчета?

1.2.5. Погрешность определения энерговыделения в активной зоне с помощью ДПЗ. Составляющие погрешности. Инерционность детектора.

1.2.6. Проверка работоспособности КНИ.

1.2.7. Измерительная система температурного контроля активной зоны и 1

контура ВВЭР 1000. Структура. Характеристики термопар.

1.2.8. Контроль состояния измерительной системы температурного контроля в условиях эксплуатации.

1.2.9. Уровни деградации СВРК и действия персонала.

1.2.10. Структурная схема оперативных расчетов теплогидравлических параметров ЯР.

1.2.12. Расчет среднего достоверного значения тепловой мощности АкЗ

1.2.13. Контроль за предсказуемостью поведения активной зоны и критерии допустимости различий между измеряемыми и расчетными значениями параметров.

1.2.14. Расчет среднего подогрева теплоносителя в петлях первого контура, средней температуры холодных и горячих ниток первого контура.

1.2.15. Расчет тепловой мощности реактора по теплогидравлическим характеристикам первого контура.

1.2.16. Расчет тепловой мощности реактора по второму контуру.

1.2.17. Расчет мощности реактора по параметрам питательной воды на линиях ПВД

1.2.18. Расчет мощности реактора по показаниям ДПЗ

1.2.19. Расчет мощности реактора по показаниям ионизационных камер.

Тема 1.3. Вывод реактора в критическое состояние. Измерение нейтронно-физических характеристик реактора ВВЭР.

1.3.1. Определение сцепленности органов регулирования с приводами СУЗ.

1.3.2. Какие характеристики ОР СУЗ используются в эксплуатации?

1.3.3. Как связана реактивность с плотностью потока нейтронов?

1.3.4. Как влияет изменение температура воды на эффективность ОР СУЗ?

1.3.2. Определение эффективности ОР СУЗ на МКУ ВВЭР.

1.3.23. Физический смысл максимально допустимого тока ионизационных камер для проведения измерений на МКУ

1.3.23. Определение мощностного эффекта реактивности и эффективности ОР СУЗ ВВЭР 1000 на энергетическом уровне мощности.

1.3.23. Определение эффекта стационарного и нестационарного отравления ксеноном в реакторе ВВЭР 1000.

2. Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации РБМК

Тема 2.1. Физические особенности РБМК.

2.1.1. Физический смысл повышения обогащения топлива для уменьшения парового эффекта реактивности.

2.1.2. Физический смысл использования эрбиевого топлива для уменьшения парового эффекта реактивности.

Тема 2.2. Особенности расчетного обеспечения эксплуатации РБМК

2.2.2. Назначение программы БОКР. Использование результатов расчетов для оперативных расчетов.

2.2.3. Назначение программы ОПТИМА.

2.2.4. Назначение программы ОПЕРА.

2.2.5. Назначение программы МКУ.

2.2.6. Назначение и основные задачи, решаемые программой “STEPAN – S”.

- 2.2.7. Назначение и функции системы «СКАЛА».
- 2.2.8.. Назначение и задачи программы «Призма».
- 2.2.9. Расчет коэффициента запаса до предельно допустимой мощности ТК РБМК.
- 2.2.10. Оперативный расчет мощности ТК РБМК.
- 2.2.11. Оперативный расчет коэффициентов неравномерности энергосвечения в РБМК.
- 2.2.12. Оперативный расчет температуры графитовой кладки РБМК.
- 2.2.13. Измерительная система контроля энергосвечения РБМК по высоте.
- 2.2.14. Измерительная система контроля энергосвечения РБМК по радиусу.
- 2.2.15. Градуировка ДКЭ (Р) в процессе эксплуатации РБМК.
- 2.2.16. Градуировка ДКЭ (В) в процессе эксплуатации РБМК.

Тема 2.3. Физические эксперименты на реакторе в обоснование безопасности его эксплуатации.

- 2.3.1 Чем обусловлена самопроизвольная деформация поля энергосвечения в процессе эксплуатации РБМК.
- 2.3.2. Физический смысл постоянной времени первой азимутальной гармоники.
- 2.3.38. Факторы, влияющие на постоянную времени первой азимутальной гармоники.
- 2.3.4. Измерение характеристик устойчивости поля энергосвечения РБМК в процессе эксплуатации.
- 2.3.5. Определение эффекта разогрева РБМК.
- 2.3.6. Определение эффекта реактивности по температуре графита.
- 2.3.7. Определение парового эффекта реактивности в РБМК.
- 2.3.8. Определение эффекта обезвоживания контура охлаждения СУЗ РБМК.
- 2.3.9. Определение быстрого мощностного эффекта реактивности РБМК.

3. Расчетно-экспериментальное сопровождение эксплуатации РБН

- 3.1. В чем особенность моделей расчетного обеспечения эксплуатации РБН?
- 3.2. Какие эффекты реактивности определяют безопасность этого типа реакторов?

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Тема освоена студентами полностью	Более 90% студентов правильно ответили на предлагаемые вопросы по теме
Тема освоена студентами частично	Более 70% студентов правильно ответили на предлагаемые вопросы по теме. 20% студентов либо затрудняются с ответом, либо не ответили на поставленные вопросы по теме.
Тема не освоена студентами.	Менее 70% студентов правильно ответили на вопросы по теме. Остальные студенты либо затрудняются с ответом, либо не ответили на поставленные вопросы по теме.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание знаний студентов происходит в ходе текущей работы во время фронтального опроса студентов по каждой теме дисциплины. К формам работы студентов на занятиях относятся: обсуждение вопросов по теме занятия, постановка задачи, ее решение, анализ результатов полученного решения. Кроме этого, для оценки уровня освоения материала и формирования компетенций, в соответствии с планом проведения промежуточной аттестации студентов, проводятся собеседование и консультации (при необходимости). За правильные ответы на вопросы (не менее 85%) студент получает оценку «отлично», (70-84%) - оценку «хорошо», (60-69%) - оценку «удовлетворительно», до 60% – «неудовлетворительно».

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Вопросы текущего контроля по разделам и темам	60	100
Промежуточный	зачет	60	100
	Вопросы к зачету		
	экзамен	60	100
ИТОГО по дисциплине		60	100

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта : науч. издание / С. А. Андрущенко [и др.]. - М. : Логос, 2010. - 604 с. : ил. (145экз.)
2. Казанский Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. - М. : НИЯУ МИФИ, 2012. - 300 с. : ил. (275экз.)
3. Зорин В. М. Атомные электростанции : учеб. пособие для студ. вузов / В. М. Зорин. - М. : МЭИ, 2012. - 672 с. : ил. (50экз.) .
4. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК. Под общ. ред. Черкашева Ю.М. – М: «ГУП НИКИЭТ», 2006.
5. Учебная лаборатория «Реакторная физика, конструкция, управление и безопасная эксплуатация ЯЭУ». Описание лабораторного практикума. Национальный ядерный университет «МИФИ», Эл. Изд. 2012г

б) дополнительная учебная литература:

1. С.Б. Выговский, Н.О.Рябов, А.А.Семенов, Е.В.Чернов, Л.Н.Богачек «Физические и конструктивные особенности ядерных энергетических установок с ВВЭР: учебное пособие. – М.:НИЯУ МИФИ, 2011. – 236с.
2. Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Экспериментальная физика реакторов. – М., Энергоатомиздат, 1994 г.
3. Комплекс программ КАСКАД. Описание применения. Российский научный центр «Курчатовский институт». Инв.№32.1-56-97.1997г.
4. Номенклатура эксплуатационных нейтронно-физических расчетов и экспериментов для топливных загрузок ВВЭР-1000. РД ЭО 0501-03. 2003г.
5. Типовые программы и методики проведения физических экспериментов на энергоблоках атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000. РД ЭО 0150-2004.
6. Методики расчета нейтронно-физических характеристик по данным физических экспериментов на энергоблоках атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000. РД ЭО 0151-2004.
7. Афров А.М. и др. ВВЭР- 1000: физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность.- М: Логос, 2006.
8. Байбаков В.Д. и др. Коды для расчета ядерных реакторов. – М: Изд. МЭИ, 2003.
9. Овчинников Ф.Я., Семенов В.В. Эксплуатационные режимы водо-водяных энергетических реакторов. - М: Энергоатомиздат, 1988.
10. Сарычев В.А., Дудкин А.Н., Уваров А.А. Программы эксплуатационного расчета реакторов. Уч. пособие. - Обнинск, 1989.
11. Брагин В.А. и др. Под ред. Левина Г.Л. Системы внутриреакторного контроля АЭС с реакторами ВВЭР. - М: Энергоатомиздат, 1987.
12. Ананьев А.Н. и др. Безопасность АЭС с канальными реакторами. - М: Энергоатомиздат, 1996.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

Рекомендуемые интернет ресурсы для освоения дисциплины:

электронно-библиотечная система <http://elibrary.ru>,

электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий <http://www.IQlib.ru>,

электронно-библиотечная система «Издательство Лань» www.e.lanbook.com,

электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебным планом дисциплины предусмотрены лекционные и практические занятия. Форма контроля – зачет, экзамен.

При подготовке к лекционным занятиям студентам следует использовать материалы презентаций, которые должны выдаваться преподавателем на первой

неделе текущего семестра. По каждой теме лекционного курса даны вопросы для самоконтроля знаний по теме, проводятся консультации преподавателем. Для более эффективного использования времени, отведенного на лекционные занятия, целесообразно подготовить также конспект лекций. Он может быть как в распечатанном виде, так и в электронной форме. Электронная форма предпочтительнее, т.к. позволяет оперативно вносить изменения в соответствии с новыми материалами, появляющимися у преподавателя.

Дополнительно на кафедре имеется Учебная лаборатория «Реакторная физика, конструкция, управление и безопасная эксплуатация ЯЭУ» с тренажером, позволяющим моделировать процесс измерения нейтронно-физических характеристик ЯР. На тренажере студенты могут самостоятельно изучать процессы в ЯЭУ. При выполнении самостоятельных работ преподаватели кафедры проводят консультации.

Для контроля освоения лекционного курса предусмотрен текущий контроль в виде опроса студентов по каждой теме дисциплины.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»);
- программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используется лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием, макетами оборудования ЯЭР и схемами, функционально аналитические тренажеры ВВЭР 1000, РБМК, БН-800.

Тренажер учебной лаборатории «Реакторная физика, конструкция, управление и безопасность и безопасная эксплуатация ЯЭУ».

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Физические особенности реакторов ВВЭР.	Лекции	2	Основные образовательные технологии, используемые при обучении:
2	Основные задачи и этапы нейтронно-физических расчетов в эксплуатации. Комплекс программ эксплуатационных нейтронно-физических расчетов реакторов ВВЭР	Лекции	14	• технологии активного и интерактивного обучения – дискуссии, просмотр и обсуждение видеофильмов, обсуждение материалов на семинарских занятиях; • технологии проблемного обучения - практические задания и вопросы проблемного характера; • технология дифференцированного обучения – обеспечение адресного построения учебного процесса, учет способностей студента к тому или иному роду деятельности. После выполнения <u>практических заданий</u> проводится анализ результатов в группе. Обращается внимание студентов на вопросы обеспечения безопасности при проведении
3	Система внутриреакторного контроля (СВРК). Назначение и функции системы.	Лекции	14	
4	Вывод реактора в критическое состояние. Измерение нейтронно-физических характеристик реактора ВВЭР	Лекции Практические занятия	4 10	
5	Физические особенности РБМК	Лекции	2	ядерноопасных работ.

6	Особенности расчетного обеспечения эксплуатации РБМК	Лекции	6	
7	Физические эксперименты на реакторе в обоснование безопасности его эксплуатации	лекции Практические Занятия	12 7	
8	Физические особенности РБН	Лекции	4	
9	Особенности расчетного обеспечения эксплуатации БН	Лекции	4	
10	Физические эксперименты на реакторе в обоснование безопасности его эксплуатации.	Лекции	4	

12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Тема для самостоятельного изучения студентами «Опыт аварий с активной зоной ЯР».

Вопросы для самоконтроля:

- перечислите аварии, связанные с отсутствием охлаждения активной зоны ЯР;
- какие аварии называются реактивностными. Примеры из эксплуатационной практики.
- какие признаки проявления обеих аварий вы можете назвать.

Результаты самостоятельной работы студентов обсуждаются на заключительном практическом занятии дисциплины. Занятие проводится в форме дискуссии. По результатам дискуссии преподавателем оценивается активность каждого студента, которая учитывается при сдаче экзамена.

12.3. Краткий терминологический словарь

АЗ – аварийная защита реактора

АкЗ-активная зона

АС – атомная станция

АСУТП – автоматизированная система управления технологическими процессами

АЭС – атомная электростанция

БС – барабан-сепаратор

БЩУ – блочный щит управления

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор

ВКУ – внутрикорпусные устройства

ВХР – водно-химический режим

ГЦК – главный циркуляционный контур

ГЦН – главный циркуляционный насос

ГЦТ – главный циркуляционный трубопровод

ДГ – дизель-генератор

ДПЗ – детектор прямой зарядки

ЗРК – запорно-регулирующий клапан

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика

КД – компенсатор давления

КМПЦ – контур многократной принудительной циркуляции

МПА – максимальная проектная авария

НД – нормативная документация

ОПБ – общие положения обеспечения безопасности атомной станции

ОТВС – отработавшая тепловыделяющая сборка

ОЯТ – отработавшее ядерное топливо

ПВД – подогреватель высокого давления

ПВК – пароводяные коммуникации

ПГ – парогенератор

ПК – предохранительный клапан

ППР – планово-предупредительный ремонт

ПЭЛ – поглощающий элемент

РАО – радиоактивные отходы

РБМК – реактор большой мощности канальный

РГК – раздаточный групповой коллектор

РО – реакторное отделение

РУ – реакторная установка

РЩУ – резервный щит управления

САОЗ – система аварийного охлаждения активной зоны

СБ – система безопасности

СВРК – система внутриреакторного контроля

СУЗ – система управления и защиты реактора

СФКЭР- система физического контроля энерговыделения по радиусу АкЗ

СФКЭВ- система физического контроля энерговыделения по высоте АкЗ

ТВС – тепловыделяющая сборка

ТВЭГ – тепловыделяющий элемент с гадолинием

ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент

ТГ – турбогенератор

ТПН – турбопитательный насос

УТП – учебно-тренировочное подразделение

УТЦ – учебно-тренировочный центр

ЭБ – энергоблок

ЯР – ядерный реактор

ЯЭР – ядерный энергетический реактор

ЯЭУ – ядерная энергетическая установка